

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-165311

(43)Date of publication of application : 11.06.1992

(51)Int.Cl. G02B 6/12  
G02B 6/00  
G02B 6/18

(21)Application number : 02-292947 (71)Applicant : BROTHER IND LTD

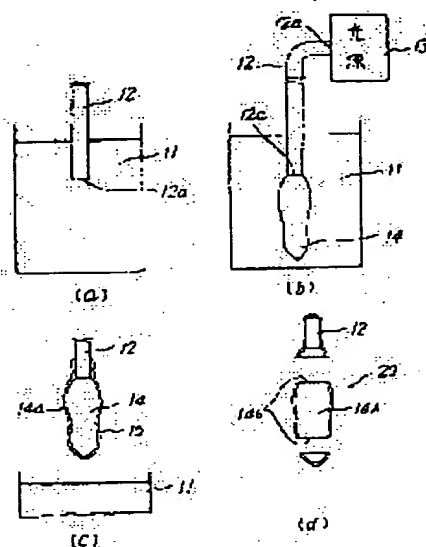
(22)Date of filing : 30.10.1990 (72)Inventor : IWASAKI TAKAO

## (54) MANUFACTURE OF PHOTO WAVEGUIDE PASSAGE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a refractive index distribution type photo waveguide passage through the low number of processes with a high yield by immersing the emission end of an optical fiber in a photo curable material, waveguiding light through an optical fiber to form a cured part at an emission end, and polishing the cured part to an end part.

CONSTITUTION: When, after an emission end 12a of an optical fiber 12 is immersed in light transmissive photo curable resin 11, the incident end of the optical fiber 12 is irradiated with ultraviolet rays from a light source 13, the photo curable resin 11 in the vicinity of the emission end 12a is started to cure and finally forms a cured part 14. The cured part 14 is taken out from the uncured photo curable resin 11 together with the optical fiber 12. After the uncured photo curable resin 11 is washed, the surface thereof is coated with light transmissive resin 15 having a refractive index lower than that of the photo curable resin 11. Cutting and grinding are applied on a cured part 14A, formed by cutting the cured part 14 from the optical fiber 12, by a cutting and a grinding means to form an end surface 14b. This method simplifies provision of a refractive index distribution type photo waveguide passage 20.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-165311

⑬ Int. Cl.

G 02 B 6/12  
6/00  
6/18

識別記号

3 6 6 M

庁内整理番号

7036-2K  
7036-2K  
7036-2K

⑭ 公開 平成4年(1992)6月11日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 光導波路の製造方法

⑯ 特 願 平2-292947

⑰ 出 願 平2(1990)10月30日

⑱ 発 明 者 岩 崎 岳 雄

愛知県名古屋市瑞穂区堀田通9丁目35番地 プラザー工業株式会社内

⑲ 出 願 人 プラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 石川 泰男

外1名

明 細 書

1. 発明の名称

光導波路の製造方法

2. 特許請求の範囲

光硬化性材料中に光ファイバの出射端を浸す第1工程と、

前記光ファイバ中に光を導波させ前記出射端から出射させることにより前記光ファイバの出射端に前記光硬化材料による硬化部を形成する第2工程と、

前記硬化部を研磨して端面を形成することにより光導波路を作成する第3工程と、

を備えたことを特徴とする光導波路の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、光伝送路として光書き込み装置や光読み取り装置又は光回路等に用いられる光導波路

の製造方法に関する。

〔従来の技術〕

従来、この種の屈折率分布型光導波路もしくは屈折率分布型ロッドレンズの製造方法としては、次に説明する方法があった。

即ち、ガラス棒を溶融塩に長時間浸漬することにより、あらかじめガラス中にドーブした電子分極率が大きく高温でガラス中を移動しやすい一価イオンを、前記溶融塩中のアルカリイオンと交換する。その結果生じるイオン拡散分布の放物線近似性を利用して導波路又はレンズ状媒質に必要な屈折率分布を形成する。次いで、切断、研磨によって必要な位置に端面を形成して略円筒状の形状に形成することによって、屈折率分布型光導波路もしくは屈折率分布型ロッドレンズを得るという製造方法である。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、前述のごとき製造方法を用いて光伝送路としての光導波路を得るには、工程数が多く、また歩どまりが良くないという問題点があ

った。

本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、少い工程数で、歩留りよく屈折率分布型の光導波路を得ることができる光導波路の製造方法を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

この目的を達成するために本発明の光導波路の製造方法は、光硬化性材料中に光ファイバの出射端を浸す第1工程と、前記光ファイバ中に光を導波させ前記出射端から出射させることにより前記光ファイバの出射端に前記光硬化材料による硬化部を形成する第2工程と、前記硬化部を研磨して端面を形成することにより光導波路を作成する第3工程と、を備えた。

〔作用〕

本発明によれば、第1工程で、光硬化材料中に光ファイバが浸される。第2工程で浸された光ファイバの出射端から光が出射されるが、この出射光の光パワー密度分布に従って光硬化性材料が分子

量分布が屈折率分布となって光の導波構造となる。第3工程で、前記硬化部を研磨して光導波路を作成する。

〔実施例〕

以下、本発明を具体化した実施例を図面を参照して説明する。

以下、順を追って光導波路の製造方法における工程を説明する。第1図(a)～(d)は、本発明に係る光導波路の製造方法を示す。

先ず、第1図(a)に示すように、透光性の光硬化性樹脂11中に、光ファイバ12の出射端12aを浸す。光硬化性樹脂11としては紫外線硬化性樹脂を用い、例えば、フッ素系モノマー、又は、アクリル系モノマーにイニシエーター（光反応開始剤）を混入させたものが挙げられる。具体的には、フッ素系モノマーである Defensa 479・18（商品名、大日本インキ化学工業社製、硬化前の屈折率1.512、硬化後の屈折率1.535）を用いた。光ファイバ12にはプラスチック光ファイバを用い、具体

的にはエスカCK・10（商品名、三菱レイヨン社製、直径250 $\mu$ m、開口角30°）を用いた。

次いで、第1図(b)に示すように、光ファイバ12の入射端12bへ光源13より紫外線を入射する。紫外線は、光ファイバ12中を導波され出射端12aより開口角度30°で出射される。これによって出射端12a付近の光硬化性樹脂11は硬化を開始し、最終的には図に示すモスク型の形状を有する硬化部14となる。出射端12aから出射される紫外線のパワーを波長360nmで300 $\mu$ Wであるとする、本光硬化性樹脂は約5秒で図に示される形状を有する硬化部14となった。硬化部14は、幅が1.2mmで長さは8.5mmであった。また、硬化部14は、後述の如く中心軸から放射状に屈折率分布を有するため、硬化部14単体で光導波構造を有する。

次に、第1図(c)に示すように、硬化部14を光ファイバ12ごと未硬化の光硬化樹脂11から取り出し、表面に残留している未硬化の光硬化樹脂11を洗い流した後、表面に光硬化樹脂11

より更に屈折率の低い透光性樹脂15をコーティングする。透光性樹脂15には、硬化部14の表面を塵や傷から保護し、強度を上げる効果の他に、硬化部14に入射された光ビームが散乱等の原因で端面14aより漏れ出てしまうのを極力防止する効果がある。前記透光性樹脂15の具体例としてPMMA（屈折率1.49）等が挙げられる。

次に、第1図(d)に示すように、光ファイバ12から硬化部14を切り離して硬化部14Aとし、この硬化部14Aに切断、研削等の手段を用いて表面粗さ0.01 $\mu$ m以下程度の端面14bを形成することにより円筒形状に加工し、最終的な屈折率分布型の光導波路20を得る。

次に、第2図(a)～(c)を用いて前述の硬化部14の形成状況を時間を追って説明する。

第2図(a)に示すように、光ファイバ12から紫外線21が30°の角度（開口角）をもって光硬化性樹脂11中に出射される。このとき、紫外線21の光パワー密度分布22は、光ファイバ12の光軸延長線23上を最大値とする2次元ガ

ウス分布を示し、光硬化性樹脂11は、この光パワー密度分布22に従ってパワーの強い部位から徐々に硬化を開始する。図中には紫外線21の経路が矢印をもって示されている。

次いで第2図(b)に示すように、光軸延長線23上は紫外線21のパワー密度が一番高い部位であるから、光硬化性樹脂11は、まずこのパワー密度が一番高い部位からポリマー化され硬化する。この現象は、分子量が大きくなって屈折率が高くなることと等しい。

以上の作用によって光軸延長線23から放射状に屈折率分布が形成されるため、光ファイバ12の出射端12aより30°の角度で延がって出射された紫外線21は、その光路を屈折率差により内側に曲げられて進むようになることが観察された。

次いで、第2図(c)に示すように、ポリマー化された光硬化性樹脂11が光軸延長線23から放射状に屈折率分布を有しているため、紫外線21は光軸延長線23に沿って図の矢印に示され

る通り蛇行して通り、先々で同様に屈折率分布を形成し続ける。このため光軸方向に長いモスク形状の硬化部14が形成される。しかしながら、光硬化性樹脂11中を進む紫外線21は伝送損失のため徐々に減衰していき、ある長さ以上は光硬化性樹脂11を硬化させることができない。そのため、第1図を用いて示した条件では8.5mmの長さ以上には長くならなかった。なお、硬化部14の幅および長さは、光硬化性樹脂の種類と紫外線21の光パワーの大きさによって決定されることから目的に応じて種々の変更を加えることが可能である。

次に、第3図を用いて光導波路20の動作を説明する。

光導波路20の入射端20aに入射された光ビーム30は、光導波路20のもつ中心軸に対する放射状の屈折率分布に従って光導波路20中を図中矢印で示したように蛇行しながら進行し、出射端20bから開口角15.2°で出射される。このため低損失で良質な光導波路となり得る。

なお、本発明は、上記の実施例に限定されるものではなく適宜変更を加えることが可能である。例えば、第1図(c)に示される透光性樹脂のコアティング工程を省くことによって同様な光導波路を得ることができる。

また、光導波路の屈折率分布を中心軸から半径方向の距離を $r$ として

$$n(r) = n_0 \left( 1 - \frac{A}{2} r^2 \right)$$

$n_0$  : 中心軸上での屈折率

$A$  : 屈折率分布定数

で示されるように構成することによって屈折率分布型ロッドレンズを得ることも可能である。

〔発明の効果〕

以上詳述したことから明らかなように、本発明によれば、少い工程数で歩止りよく屈折率分布型の光導波路を得ることができるという効果を奏する。

#### 4. 図面の簡単な説明

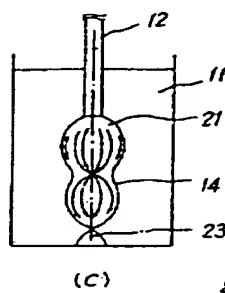
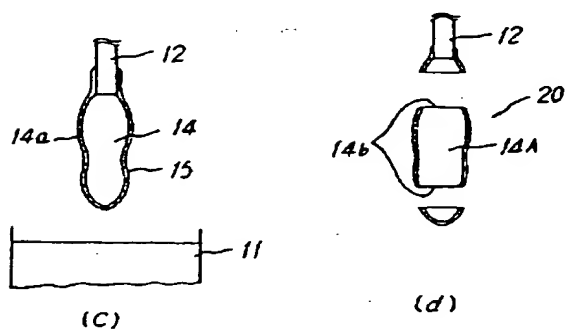
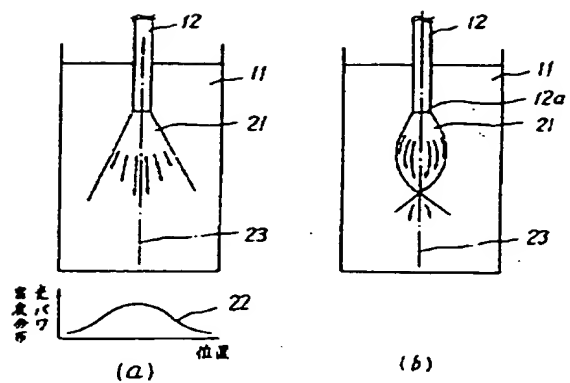
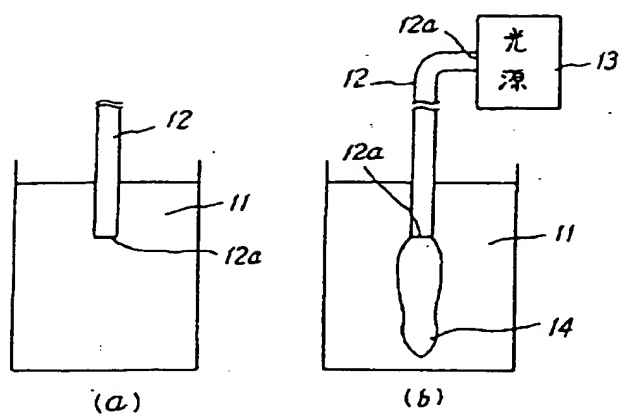
第1図(a)～(d)は、本発明の製造工程を示す図、

第2図(a)～(c)は、光硬化性材料の硬化状況を示す図、

第3図は、本発明の動作説明図である。

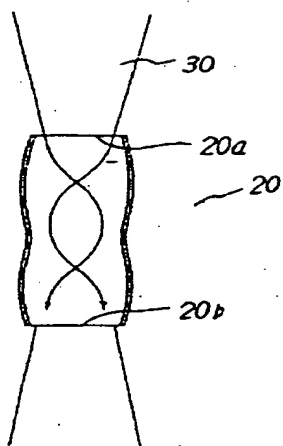
- 11…光硬化性材料
- 12…光ファイバ
- 14…硬化部
- 15…透光性材料

出願人代理人 石 川 泰 男



第 2 図

第 1 図



第 3 図